

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-007452  
 (43)Date of publication of application : 14.01.1986

(51)Int.Cl.

G01N 25/16

(21)Application number : 59-127526

(71)Applicant : SHINAGAWA REFRACT CO LTD  
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 22.06.1984

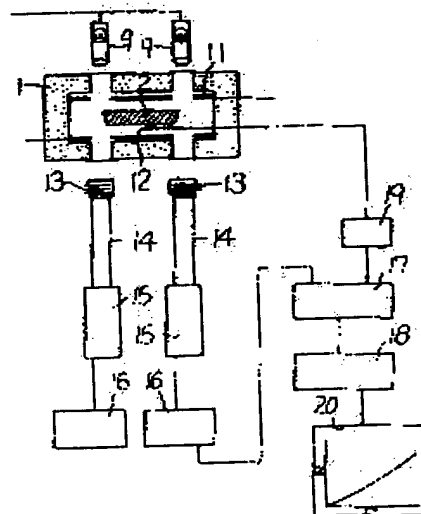
(72)Inventor : KYODA HIROSHI  
ENDO YASUHIRO  
FUJIWARA TEIICHI  
MIMURA TOSHISADA  
NISHIKAWA KIHACHIRO  
NISHIZAWA SHOICHI

## (54) APPARATUS FOR MEASUREMENT OF DISPLACEMENT OF CERAMIC IN HOT PROCESSING

## (57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to automatically measure displacement at high temp. in a non-contact state with good accuracy, by providing an illumination apparatus in one side of a specimen heating furnace so as to arrange a displacement measuring camera equipped with a telescopic lens to the opposite side of said illumination apparatus.

CONSTITUTION: Both ends of specimen 2 is illuminated by an illumination apparatus 9 from the direction at the right angle to the axis of the specimen 2 and the dark part blocked from light by the specimen 2 and the light part where light is directly reaches are projected on the surface of a solid scanning light receiving element so as to be enlarged by a lens and the displacement of the specimen is measured on the basis of the ratio of the light part L and the dark part D. It is necessary to arrange a telescopic lens so as to separate the same from a heating furnace in order to prevent the effect of heat and a filter 13 has function for removing light with a wavelength of 0.8,  $\mu$ mW1mm in an infrared region and the light transmissivity thereof is 90% or more. When two displacement measuring cameras 15 are used, the outputs of the camera control units 16 thereof are added to output a digital output signal corresponding to displacement.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-7452

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>  
G 01 N 25/16

識別記号

庁内整理番号  
6656-2G

⑬ 公開 昭和61年(1986)1月14日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 セラミック等の熱間における変位測定装置

⑯ 特 願 昭59-127526

⑰ 出 願 昭59(1984)6月22日

特許法第30条第1項適用 昭和58年12月25日品川白煉瓦株式会社技術研究所発行の「品川技報第27号」において発表

⑱ 発 明 者	京 田 洋	岡山市浅川554-23
⑲ 発 明 者	遠 藤 容 弘	備前市伊部1935-1 殿土井アパート325号
⑲ 発 明 者	藤 原 禎 一	岡山県赤磐郡瀬戸町大内1472
⑲ 発 明 者	三 村 歳 貞	岡山市高屋514-3
⑲ 発 明 者	西 川 喜 八 郎	横浜市緑区長津田3丁目18番16号
⑲ 発 明 者	西 沢 章 一	横浜市磯子区杉田町7丁目1番
⑳ 出 願 人	品川白煉瓦株式会社	東京都千代田区大手町2丁目2番1号
㉑ 出 願 人	松下電器産業株式会社	門真市大字門真1006番地
㉒ 代 理 人	弁理士 八木田 茂	外2名

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

セラミック等の熱間における変位

測定装置

### 2. 特許請求の範囲

(1) 試料加熱炉の側面に1又は2組の照明装置を配設し、その対向側に1又は2組の望遠レンズとフィルター及び/又はプリズムを具備する変位測定カメラ及びカメラコントロールユニットを配設したことを特徴とするセラミック等の熱間における変位測定装置。

(2) 前記変位測定カメラの検出部に固定走査受光素子を用いた特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間における変位測定装置。

(3) 前記変位測定カメラの検出部に光電子増倍管を用いた特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間における変位測定装置。

(4) 前記カメラコントロールユニットをコンピュータ及びデジタルプロッターに接続した特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間にお

ける変位測定装置。

(5) 前記フィルターが赤外線除去用フィルターである特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間における変位測定装置。

(6) 前記フィルターが0.8  $\mu$ ~1  $\mu$ 波長の赤外域を除去するものである特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間における変位測定装置。

(7) 前記変位測定カメラのレンズF番号が5~8である特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間における変位測定装置。

(8) 前記望遠レンズの作動距離が200~700  $\mu$ mである特許請求の範囲第1項記載のセラミック等の熱間における変位測定装置。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は主にセラミック等の高温下での変位〔たとえば熱間線膨張率(以下熱膨張率という)あるいはクリープ変形量等〕を非接触で精度良く自動測定するセラミック等の熱間における変位測定装置に関するものである。

ファインセラミックス、耐火物、陶磁器、ガラ

スまたはこれらと金属との複合材料等のセラミックス、あるいは各種金属の熱膨張率特に耐火物の熱膨張率は熱間で使用される窯炉の内張り耐火物の膨張代決定等の指針となる極めて重要な特性である。

従来、熱膨張率測定は JIS R 2617 及び R 2207 で規定されている如く接触式又は非接触の方式で測定されており、接触式は加熱炉 1 内に設置した試料受台 4 に載せた試料 2 に変位検出棒あるいは管 3 を接触させ、これにより試料の膨張収縮を検知し、この変位をダイヤルゲージにより、読み取るか差動変圧器式変位測定器 6 等により読み取るか、又は記録計 7 に記録し、測定後曲線より変位を読み取り膨張率を計算するのが一般的であつた。(第 13 図)尚、第 13 図において、5 は差動変圧器、11 は発熱体、12 は熱電対である。

しかし、この方法は、試料に検出棒を接触させて測定圧を加えるため、高温で軟化状態を示す試料の場合測定圧による圧縮力により、試料自体が変形し、真の膨張率を測定することが困難である。

造体を設計する上で必要であり、熱間における荷重下での長時間における変形は窯炉設計の指針とする極めて重要な特性であることは当業者によく知られているところである。

従来、クリープ変形量の測定は一例として PBE (欧州連合格) R 6-78 に規定されている。これは、接触式と称する方式で測定されるもので加熱炉内に設置した受台及び耐火円板に載せた試料の変形を変位検出管により伝達し、この変位を記録計に接続可能な移動式寸法測定装置で測定記録し、測定後の曲線より、変位を手で読み取り、フリープ変形量を計算するのが一般的であつた。

この場合、荷重は荷重管により、加圧装置で加圧され、試料の内部と外部の温度をそれぞれの熱電対で測定する。

しかし、この方法は示差式であるため試料 2 と変位検出管 3 に温度差を生じたり高温で変位検出管自体が軟化変形する場合もあり、誤差の原因となつていた。従つて示差棒を使用しないで直接変位を測定する方法が望まれる。

また、この場合、試料受台と変位検出棒の膨張量の相違による補正を要する場合が多く、これが誤差の原因になつていた。

従つて測定試料に非接触で測定する方法が採用されているのが現状である。非接触で測定する方法としては、第 14 図のように加熱炉 1 中に設置した試料 2 の両端の変位を目盛付望遠鏡 10 により、人為的に読み取るものがある。この方法は、炉内が高温の時には試料と雰囲気との明暗差がつきにくいため、読み取りが困難で経験に頼る部分が多く、測定誤差の原因になつている。また得られたデータは試料の元の長さに対する変化率を計算し、温度と膨張率の関係を図に書く必要があつた。尚、第 14 図において、8 は温度計、9 は照明装置、11 は発熱体、12 は熱電対である。

さらに別の方法としては、目盛入り望遠レンズ付カメラで各温度での試料の変位を写真撮影し、写真より試料の変位を読み取る方法があるが、データ処理に時間を要し能率の点で問題がある。

また、セラミックス等の圧縮クリープ変形量は構

前述の如き従来方式の諸欠点を改善するため本発明者等は種々研究の結果、高精度でかつ自動測定が可能なセラミックス等の熱間における変位測定装置の開発に成功したものである。

本発明の要旨とするところは試料加熱炉の一侧に 1 又は 2 組の照明装置を配設し、その対向側に 1 又は 2 組の望遠レンズとフィルター及び/又はプリズムを具備する変位測定カメラ及びカメラコントロールユニットを配設したことを特徴とするセラミックス等の熱間における変位測定装置にある。

本発明のセラミックス等の熱間における変位測定装置を熱膨張率測定装置に適用した具体例を、変位測定カメラの検出部に固体走査受光素子を用いた例により第 1 図に基いて詳述する。

試料 2 の変位は第 1 図に示すように試料 2 の両端を試料 2 の軸に対して直角方向より照明装置 9 で照明し、試料 2 により、光がさえぎられた部と光が直接届く明部を固体走査受光素子面にレンズにより拡大投影し明部 L と部 D の比率より変位を計測するものである。この場合、カメラは 1

台のカメラの中に2個の固体走査受光素子を内蔵し、独立した2組の望遠レンズとフィルターを有する変位測定カメラの使用も可能である。

2台の変位測定カメラ15を使用する場合は、各々のカメラコントロールユニット16の出力を加算して変位に応じたデジタル出力信号で出力する。この出力とデジタル温度計19のデジタル信号出力を一般的手法により作成したプログラムにより、パーソナルコンピュータインターフェース17を介してパーソナルコンピュータ18に入力し、記憶演算を行なわせデジタルプロッター20により、温度と熱膨張率の関係を曲線に書きさせるものである。

本発明による熱膨張率測定装置では、試料2の微小変位を読み取る望遠レンズ14は、熱の影響を防ぐため加熱炉から離して設置する必要がある。そのため作動距離(レンズ先端から被測定物までの距離)200~700mm(実用上好ましくは300~500mm)、F番号5~8のものが良い。作動距離がこれより短いと高温の加熱炉1に望遠

レンズ14を接近して測定することにより、温度の影響による測定誤差が生じる。またF番号がこれより大きいと測定に必要な光量が得られにくく、反対に小さいとレンズ径が大きくなり望遠レンズ14を2個並べた場合、中心間距離が大きくなり試料2の長さの長いものでなければ測定できない。

この目的に使用する望遠レンズ14としては、作動距離、明るさのほかに測定分解能1 $\mu$ mを満たすためにレンズ倍率を $\times 10$ 倍程度にする必要がある。

本発明による熱膨張率測定装置ではこれに対する対策として複合レンズ $\times 10$ 倍作動距離200~700mmの望遠レンズ14を製作し、この問題を解決した。

一方、加熱炉1内の試料2は、800°C以上の温度になると試料2自体から赤外線を出す。すなわち変位測定に使用する固体走査受光素子は赤外線に感度を示すため、固体走査受光素子面に第4図に示すオシロスコープ28の波形のごとく明部Lと暗部Dとの差がつきにくく高温時の測定

が困難である。この問題を解決するため赤外域の光を除去するフィルターを種々検討し、照明の光量を減少させないで試料より出る赤外線を完全に除去するフィルターを見いだした。フィルター13は赤外域の0.8 $\mu$ ~1 $\mu$ mの波長の光を除去するもので計測に充分なコントラストと光量を得るため光透過率が90%以上でなければならない。この場合、1枚のフィルターで0.8 $\mu$ ~1 $\mu$ mの全域の波長を除去するものでなくてもよく、2枚又は2枚以上のフィルターの組合せでもよい。

照明装置9は固体走査受光素子面に低温から高温まで充分なコントラストをつけるための光量が必要である。光源としては白熱電球、キセノンランプ、ヘロゲンランプ、レーザー光などが用いられるが設備が簡単でかつ取扱いが容易という点で、白熱電球を電圧調整器と組合せるかヘロゲンランプと反射鏡を組合せて使用するのがよい。いずれの場合も光は、集光レンズを使つて集光し直進性を持たせた平行光が良く、光束の径は試料面で10mm $\phi$ 以上で輝度は10万cd以上がよい。

本発明熱膨張率測定装置による測定例を以下に説明する。

#### 実施例1

ケイ石れんがが試料で幅20mm $\times$ 高さ15mm $\times$ 長さ80~85mmのものを第1図に示す本発明装置の加熱炉1内にセットし、作動距離480mm、F番号8の望遠レンズ14と赤外域の0.8 $\mu$ ~1000 $\mu$ mの波長の光を除去するガラスフィルター13を使い昇温速度を毎分4°Cとして、常温から1500°Cまでの間を5°C毎にデーターを取り込み、温度と熱膨張率の関係を書きさせた結果を第2図に示す。また同様のセラミックスであつてもフアインセラミックスは一般に小型形状の試料の場合が多く、小型試料で熱膨張率を測定しなければならないことがしばしばある。

小寸法試料の変位測定には、1台の変位測定カメラで試料の両端の変位を測定する方法があるが試料寸法が2~5mm以下と小さいものでなければ測定できず反対に低倍率のレンズにより測定範囲を拡大すると読み取り精度が極端に低下するとい

う問題がある。

本発明による熱膨張率測定装置をプリズムを用いてファイナセラムックス小型試料用とした具体例を第3図に基いて詳述する。

試料2の変位は試料2の両端を軸に対して直角方向より照明装置9で照明し、試料2により光がさえぎられた暗部と光が直接届く明部の像を照明装置9の対向側に設置したプリズム21で90度変更し、試料2の軸に対して平行に設置した変位測定カメラ15の検出部に望遠レンズ4により拡大投影し、明部Lと暗部Dの比率より計測するのである。

この装置に使用するプリズム21は光を90度変更するもので光透過率が95%以上で像に歪のないものでなければならない。プリズム21の材質としては、石英ガラスが理想的であるが価格等を考慮すると硬質ガラス製でも、光透過率が95%以上のものであればよい。変位測定カメラ15の検出部としては固体走査受光素子、光電子増倍管等が使用できる。

前述の照明装置9と同様の諸条件を具備するものである。

小型試料の熱膨張率測定例を実施例として説明する。

#### 実施例2

アルミナ含有量99.5%の再結晶アルミナ試料で幅5mm×高さ5mm×長さ45mmのものを、第3図に示す本発明の装置の加熱炉1の中にセットし、作動距離460mm、F番号8の望遠レンズ14と赤外線域の0.8μm～1000μmの波長の光を除去するフィルター13と固体走査受光素子を使用した変位測定カメラ15を使い昇温速度を毎分4℃として常温から1500℃までの間を5℃毎にデータを取り込み温度と熱膨張率の関係を蓄かせた結果を第6図に示す。

以上のように検出部を有する変位測定カメラとプリズム望遠レンズ、赤外線除去、フィルターと公知のコンピューターを組合せて小型試料で最小読み取り精度1μmで低温から高温まで高精度に測定できる熱膨張率測定装置の開発に成功した。

熱膨張率測定にあたり試料2が800℃以上になると試料2自体から赤外線を放出する。この赤外線を変位測定カメラ15の検出部である固体走査受光素子が感じ第4図オシロスコープ波形に示すように受光素子面に明部Lと暗部Dの差がつかなくなる。この赤外線の影響をなくするため赤外線除去フィルター13を併用する必要がある。フィルター13を使用し赤外線を除去すると試料2の測定端面が鮮明となり、第5図に示す如く明部Lと暗部Dの差が明確なオシロスコープの波形が得られる。フィルター13は照明の光量を減少させないで試料2より出る赤外線の0.8μm～1000μm波長の光を除去するもので光透過率が90%以上のものが好ましい。この場合1枚または2枚以上のフィルターの組合せでもよい。

一方、変位測定カメラ15の検出部に光電子増倍管を使用した場合は赤外線にはほとんど感度を示さないが試料2の計測端面の輪郭が不明瞭となり、測定精度が低下するためフィルターを使用することが好ましい。照明装置9の機構については、

本発明のセラミックス等の熱間における変位測定装置をクリープ測定装置に適用した具体例を第7図及び第8図に基づいて詳述する。

試料2の変位は、第7及び8図に示すように試料2の上下耐火円板22の試料面側を試料2の軸に対して直角方向より、照明装置9で照明し、耐火円板22により光がさえぎられた暗部と光が直接届く明部を変位測定カメラの検出部にレンズより拡大投影し、明部Lと暗部Dの比率より変位を計測するのである。

この場合、各々のカメラコントロールユニット16の出力を加算して変位に応じたデジタル出力信号で出力する。この出力とデジタル温度計19のデジタル信号出力を一般的手法により作成したプログラムにより、パーソナルコンピューターインターフェース17を介してパーソナルコンピューター18に入力し、記憶演算を行なわせプリンター25、デジタルプロッター20により時間とクリープ変形量の関係を曲線にさせるものである。

実際の測定は、測定精度を上げるため下部の耐火円板22の上面と上部の耐火円板22の下面を各々2組の照明装置9と望遠レンズ14及び変位測定カメラ15を使つて測定する。この場合試料2の高さ寸法が小さいと望遠レンズ14及び変位測定カメラ15を2組垂直に並べて配設できないときは2組の照明装置9及び望遠レンズ14、変位測定カメラ15は第7図の如く水平方向に角度を変えて配設することもできる。

一方、加熱炉1内の試料2の上下に置かれた耐火円板22は800°C以上の温度になると耐火円板22自体から赤外線を放出する。

この問題を解決するためフィルター18は赤外線域の0.8 $\mu$ ~1 $\mu$ の波長の光を除去する前記熱膨張率測定装置の例において述べたと同様のものを使用しうる。

照明装置9の機構についても前述の通りである。

以上のように本発明装置の構成とすることにより最小読取1 $\mu$ mで低温から高温まで高精度に試料の変形を測定できるクリープ測定装置の開発に

成功したものである。

本発明によるクリープ測定装置による測定例を以下に示す。

### 実施例3

粘土質れんが試料で直径30 $\text{mm}$ ×高さ30 $\text{mm}$ のものを第7図に示す本発明装置の加熱炉1内にセットし加熱炉1の温度を毎分4°Cの速度で1300°Cに昇温したのち荷重装置24により、2 $\text{kg}/\text{cm}^2$ の荷重を負荷した直後より、白熱電球を使用した照明装置9と作動距離480 $\text{mm}$ 、F番号8の望遠レンズ14と赤外線域の0.8 $\mu\text{m}$ ~1 $\mu\text{m}$ 波長の光を除去するガラスフィルター18を各々2組使い試料の変位をパーソナルコンピューター18により、10分間毎に計測演算し、プロッター20で時間と変形量の関係を書かせた。結果を第9図に示す。

本発明のセラミックス等の熱間における変位測定装置はたわみ法熱間弾性率測定装置としても使用しうるものであり、その具体例を第10図及び第11図に基いて詳述する。

この具体例による熱間弾性率測定装置では変位測定カメラ15に固体走査受光素子を使用したものを例にとつて説明すると、試料2のたわみ変位は第10図及び第11図に示すように試料2の中心部の下部と支持ロール28と試料2の接触点に最も近いところを試料2の軸に対して直角方向より2組の照明装置9で各々照明し2台の変位測定カメラ15で各々の点を計測し、試料2により光がさえ切られた暗部と光が直接届く明部を固体走査受光素子面に望遠レンズ14により拡大投影し、明部Lと暗部Dの比率より計測するものである(照明装置9及び変位測定カメラ15は1台しか図示せず)。この場合各々のカメラコントロールユニット16の出力の差を出して変位に応じたデジタル出力信号で出力する。この出力とデジタル温度計19のデジタル信号出力を一般的手法により作成したプログラムにより、パーソナルコンピューターインターフェース17を介してパーソナルコンピューター18に入力し、記憶演算を行なわせプリンター25に結果を打ち出すと共にプリン

ター25に温度と弾性率の関係の曲線を書かせるものである。

尚、この熱間弾性率測定装置においても、望遠レンズ14、赤外線除去フィルター18、照明装置9等の機構及び諸条件は前記した熱間膨張率測定装置等とは同様である。また、同一符号は同一部材を示す。

本発明による熱間弾性率測定例を以下に説明する。

### 実施例4

アルミナ試験片で幅10 $\text{mm}$ ×厚さ2.5 $\text{mm}$ ×長さ60 $\text{mm}$ のものを第10図に示す本発明の装置の加熱炉1の中のアルミナ製支持台27及び支持ロール28の上にセットし、炉外に設置した油圧式荷重装置24により100°C毎に1500°Cまで3点曲げ方式で、試験片の破壊強度の50~70%に相当する荷重を負荷した。その時の試料2の荷重負荷点直下の変位と支持ロール28と試料2の接触点に最も近いところの変位を固体走査受光素子内蔵カメラに作動距離460 $\text{mm}$ F番号8の望遠レ

ンズ14と赤外線0.8 $\mu$ ~1000 $\mu$ の波長の光を除去するガラスフィルター18を使い測定し、下記の計算式を基に温度と弾性率の関係を書かせた結果を第12図に示す。

計算式

$$E = \frac{L^3(P)}{4Wt^3\gamma} \quad (\text{kg}^2/\text{mm}^2) \quad \begin{array}{l} P: \text{荷重 (kgf)} \\ L: \text{支持ロール間距離 (mm)} \\ W: \text{試験片の幅 (mm)} \\ t: \text{試験片の厚さ (mm)} \\ \gamma: \text{荷重点の変位量 (mm)} \end{array}$$

#### 各図面の簡単な説明

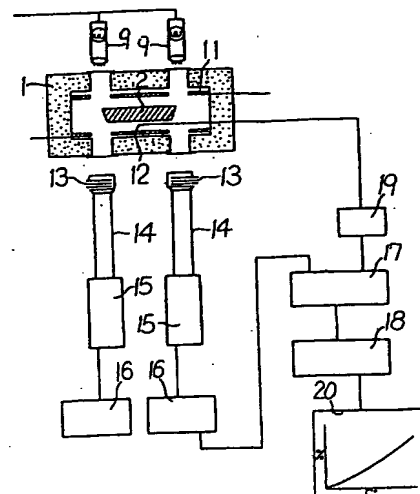
第1図は本発明の変位測定装置を熱膨張率測定装置に適用した具体例の配置関係を示す略図、第2図は第1図図示の熱膨張率測定装置による温度と熱膨張率の関係を示すグラフ、第3図は第1図と同様の熱膨張率測定装置をプリズムを用いて小型試料用とした別の具体例を示す略図、第4図は固体走査受光素子により感応した赤外線のオシロ

スコープ波形を示し、第5図はフィルター使用により明部と暗部の差が明確となつたオシロスコープ波形を示し、第6図は第3図図示の熱膨張率測定装置による温度と熱膨張率の関係を示すグラフ、第7図及び第8図は本発明の変位測定装置をクリープ測定装置に適用した具体例の配置関係を示す略図及び要部側面略図、第9図は第7図図示のクリープ測定装置による時間と変形量の関係を示すグラフ、第10図及び第11図は本発明変位測定装置を熱間弾性率測定装置に適用した具体例の配置関係を示す略図及び要部断面図、第12図はこの弾性率測定装置による温度と弾性率の関係を示すグラフ、第13図及び第14図は公知の熱膨張率測定装置の概略図であり、図中の符号は次のとおりである：

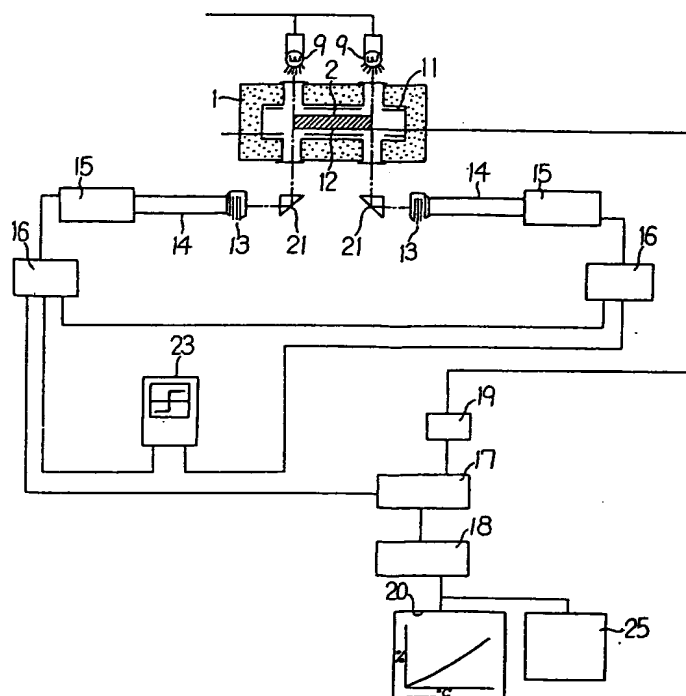
1：加熱炉、 2：試料、 3：変位検出棒或は管、 4：試料受台、 5：差動変圧器、 6：変位測定器、 7：記録計、 8：温度計、 9：照明装置、 10：目盛付望遠鏡、 11：発熱体、 12：熱電対、 13：フィルター、

14：望遠レンズ、 15：変位測定カメラ、 16：カメラコントロールユニット、 17：パーソナルコンピュータインターフェース、 18：パーソナルコンピュータ、 19：デジタル温度計、 20：デジタルプロッター、 21：プリズム、 22：耐火円板、 23：オシロスコープ、 24：荷重装置、 25：プリンター、 26：荷重棒、 27：支持台、 28：支持ロール。

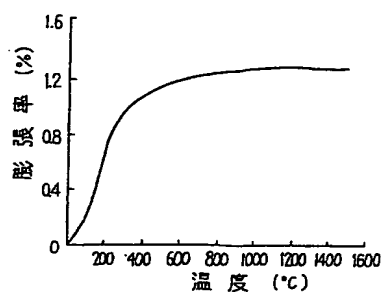
第1図



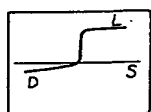
第3図



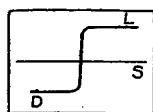
第2図



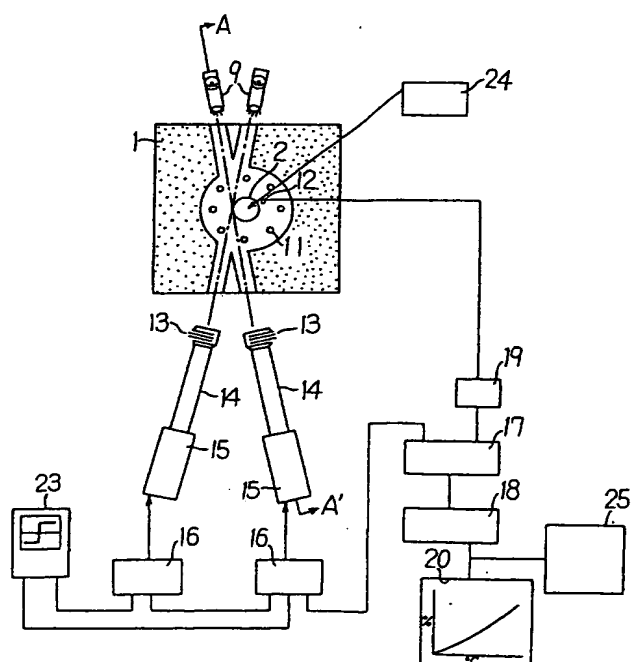
第4図



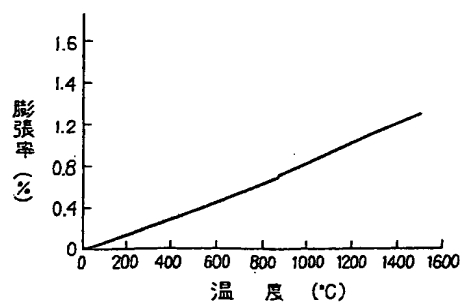
第5図



第7図

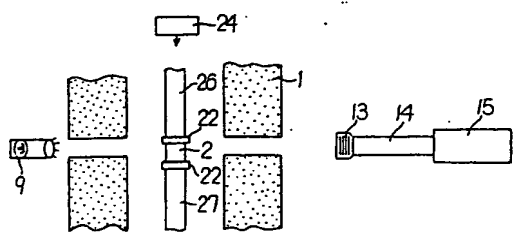


第6図

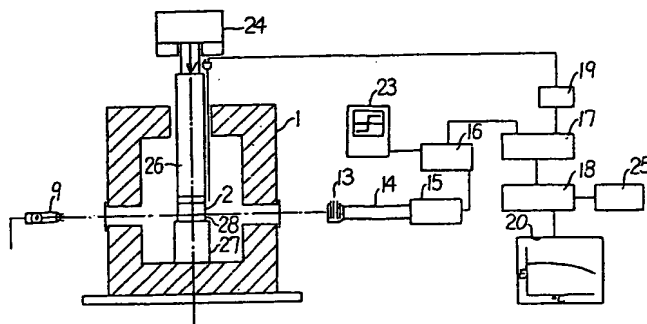




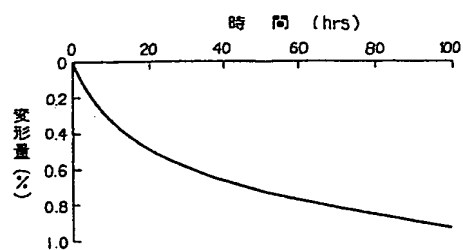
第8図



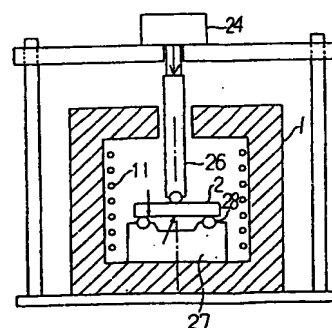
第10図



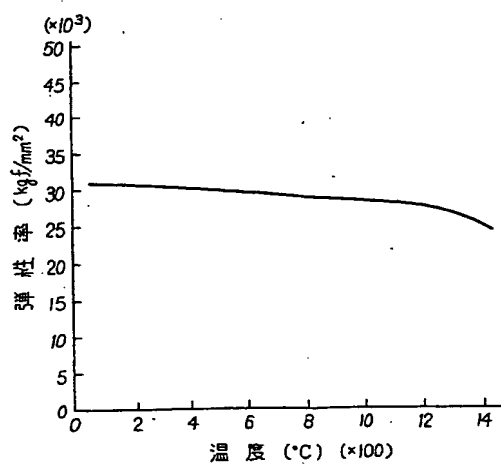
第9図



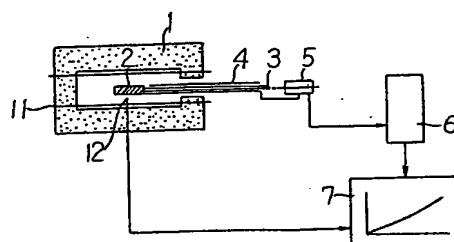
第11図



第12図



第13図



第14図

